

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Харківська національна академія міського господарства**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт з дисципліни**

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ВК СИСТЕМ**

*(для студентів 5-го курсу денної і 6-го курсу заочної форм навчання  
напряму підготовки 0926 «Водні ресурси» спеціальності 7.092601  
«Водопостачання та водовідведення»)*

**Харків  
ХНАМГ  
2011**

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація ВК систем» (для студентів 5-го курсу денної і 6-го курсу заочної форм навчання напряму підготовки 0926 «Водні ресурси» спеціальності 7.092601 «Водопостачання та водовідведення») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва: уклад.: А. О. Бобух, О. І. Малєєв. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 28 с.

Укладачі: А. О. Бобух,  
О. І. Малєєв

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри теплохолодопостачання О.О. Алексахін

Рекомендовано кафедрою  
теплохолодопостачання,  
протокол засідання № 3 від 03.02.2010 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. Дослідження роботи мікропроцесорного контролера (МПК) типу РТГ-32 для реалізації системи автоматичного керування температурою гарячого теплоносія в фізичну модель системи опалення (ФМСО) з корекцією за температурою зовнішнього повітря як збурюючого впливу.....	5
1.1. Мета лабораторної роботи.....	5
1.2. Короткий опис фізичної моделі системи централізованого теплопостачання (ФМСЦТ).....	5
1.3. Призначення, склад і технічні параметри МПК типу РТГ-32.....	7
1.4. Короткий опис роботи МПК типу РТГ-32.....	9
1.5. Оволодіння навичками дослідження роботи МПК типу РТГ-32 при виконанні лабораторної роботи.....	15
1.6. Оформлення та захист лабораторної роботи.....	17
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. Дослідження роботи лічильника теплової енергії типу SUPERCAL 539 при роботі його з фізичною моделлю системи опалення (ФМСО) для автоматичних: обліку спожитої теплової енергії; контролю температури теплоносія на вході та виході ФМСО; а також – витрати теплоносія, що проходить через ФМСО.....	18
2.1. Мета лабораторної роботи.....	18
2.2. Призначення, склад і технічна характеристика SUPERCAL 539.....	18
2.3. Короткий опис роботи теплообчислювача SUPERCAL 539R.....	20
2.4. Оволодіння навичками дослідження роботи SUPERCAL 539 при виконанні лабораторної роботи.....	21
2.5. Оформлення та захист лабораторної роботи.....	23
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. Дослідження роботи мікропроцесорного контролера (МПК) типу РТГ-32 для реалізації системи автоматичного керування температурою гарячої води в фізичну модель системи гарячого водопостачання (ФМСГВ).....	23
3.1. Мета лабораторної роботи.....	23
3.2. Оволодіння навичками дослідження роботи МПК типу РТГ-32 при виконанні лабораторної роботи.....	24
Список літератури.....	27

## ВСТУП

Загальною метою лабораторних робіт є оволодіння навичками і закріплення знань студентів із дисципліни «Автоматизація ВК систем» при виконанні досліджень на фізичній моделі системи централізованого теплопостачання (ФМСЦТ). ФМСЦТ – це модель, в якій фізичні процеси, що відбуваються в ній, ідентичні (однакової природи) процесам в СЦТ, а тому математична залежність, що її описує, аналогічна. Але ФМСЦТ відрізняється від СЦТ кількісними показниками: геометричними розмірами, діапазоном зміни значення параметрів, кількістю складових частин тощо. При виконанні лабораторних робіт студенти набувають досвід дослідження роботи мікропроцесорного контролера (МПК) типу РТГ-32 і лічильника теплової енергії типу SUPERCAL 539 за їх призначенням [1-6]. Перед виконанням лабораторних робіт студенти знайомляться з методичними вказівками щодо їх виконання та інструкцією з техніки безпеки.

## **1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.**

**Дослідження роботи мікропроцесорного контролера (МПК) типу РТГ-32 для реалізації системи автоматичного керування температурою гарячого теплоносія в фізичну модель системи опалення (ФМСО) з корекцією за температурою зовнішнього повітря як збурюючого впливу [1-5]**  
(8 год. для денної та 2 год. для заочної форм навчання)

### **1.1. Мета лабораторної роботи**

Ознайомлення з коротким описом фізичної моделі системи централізованого теплопостачання (ФМСЦТ), із призначенням, складом, технічними параметрами мікропроцесорного контролера (МПК) типу РТГ-32 і коротким описом його роботи; оволодіння навичками дослідження МПК типу РТГ-32 для реалізації системи автоматичного керування (САК) температурою гарячого змішаного теплоносія в фізичну модель системи опалення (ФМСО) з корекцією за температурою зовнішнього повітря як збурюючого впливу.

### **1.2. Короткий опис фізичної моделі системи централізованого теплопостачання (ФМСЦТ)**







Принципова схема ФМСЦТ умовно зображена на **рис. 1.1**, джерелом електричної енергії якої є щит електричний (1), напруга живлення 220 В, частота 50 Гц; вода надходить із міського водопроводу (МВ). До складу ФМСЦТ входять:

1) фізична модель джерела теплової енергії (ФМДТЕ) із: електричним нагрівачем типу «ЕКО 2-4/6» (2) із блоком електричних нагрівачів (ТЕН), напруга живлення яких 220 В, частота 50 Гц, потужність 4-6 кВт для системи водяного опалення; циркуляційним (підкачуючим) електронасосом типу Wilo RS 25/6 (3), напруга живлення 220 В, частота 50 Гц; оберненим клапаном (4); експанзоматом (розширюючим бачком) (5); запобіжним клапаном (6); фільтрами сітчатими – 2 шт. (7, 8); вентилями пластмасовими – 7 шт. (9 – 15); термометрами показуючими манометричними рідинонаповненими типу Watts – 3 шт. (поз. 1; 2; 3), шкала 0-120 °С; манометрами показуючими деформаційними трубчатими типу МТП-100 – 5 шт. (із них – 1 шт. (поз. 4), шкала 0-1,0 МПа і 4 шт. (поз. 5; 6; 7; 8), шкала 0-1,6 МПа);

2) фізична модель індивідуального теплового пункту (ФМ ІТП) із: змішувальним електронасосом типу Wilo RS 25/6 (16) напругою живлення 220 В, частота 50 Гц; оберненим клапаном (17); вентилями пластмасовими – 2 шт. (18; 19); мікропроцесорним контролером (МПК) типу РТГ-32 в комплекті, напруга живлення якого 220 В, частота 50 Гц, (поз. 9; 10; 11); термометрами манометричними показуючими рідинонаповненими типу Watts – 4 шт. (із них 3 шт. (поз. 1; 2; 3) відносяться також до ФМДТЕ, 1 шт. (поз. 12), усі мають шкалу 0-120 °С; манометрами деформаційними показуючими трубчатими типу МТП-100 – 4 шт. (із них – 3 шт. – поз. 5; 6; 8 відносяться до ФМДТЕ, мають шкалу

Рис. 1.1 - Принципова схема фізичної моделі системи централізованого теплопостачання

### Умовні позначення до рис. 1.1:

	– обернений клапан,		– пластмасовий вентиль,
	– сітчатий фільтр,		– індивідуальний терморегулятор,
	– електронасос,		– бак для злива води.

0-1,6 МПа і 1 шт. (поз. 13), шкала 0-1,0 МПа);

3) фізична модель системи опалення (ФМСО) із: приладами опалення: радіатори алюмінієві – 2 шт. (20; 21) і сталеві – 2 шт. (22; 23), які мають індивідуальні терморегулятори типу ICMA – 4 шт. (24; 25; 26; 27); конвектор «Акорд» (28) і радіатор чавунний (29); вентиллями пластмасовими – 23 шт. (30; 31-36; 37; 38-42; 43; 44-48; 49-52), за допомогою яких можна змонтувати підключення будь-якого приладу опалення або всіх разом; автоматичним повітровідвідником (53); лічильником спожитої теплової енергії типу SUPERCAL 539 в комплекті (поз. 14; 15; 16); термометрами манометричними показуючими рідиноюповненими типу Watts – 12 шт. (поз. 17-28), шкала 0-120 °С;

4) фізична модель системи гарячого водопостачання (ФМСГВ) із: пластинчатим теплообмінником типу СВ-14 20Н (54); вентиллями пластмасовими – 7 шт. (55 – 61); фільтром сітчатим (62); крильчастим лічильником холодної води типу KB-1,5 (максимальний тиск води – 1 МПа) (поз. 29); термометрами манометричними показуючими рідиноюповненими типу Watts – 2 шт. (поз. 30; 31) із шкалою 0-120 °С; манометрами деформаційними показуючими трубчатими типу МТП-100 – 2 шт. (поз. 32; 33), шкала 0-1 МПа;

5) бак для зливання води із ФМДТЕ, ФМІТП, ФМСО, ФМСГВ (на рис. 1.1 його умовно позначено 63.1; 63.2; 63.3; 63.4; 63.5), а із нього – в каналізацію.

### 1.3. Призначення, склад і технічні параметри МПК типу РТГ-32

Мікропроцесорний контролер (друга назва – регулятор температури автоматичний двоканальний з погодною корекцією) типу РТГ-32 випускає ЗАТ «Содружество-Т» (Теплокомплект), м. Харків; призначений для автоматичного керування температурою гарячого змішаного теплоносія на виході індивідуального теплового пункту (ІТП) зміною витрати гарячого теплоносія на вході ІТП для використання цього теплоносія в системах: опалення (СО), кондиціонування повітря (СКП), гарячого водопостачання (СГВ), а також – в фізичній моделі системи опалення (ФМСО).

До складу МПК типу РТГ-32 входять:

а) електронний блок із передньою панеллю, який включає мікропроцесор, нормуючі підсилювачі і перетворювачі сигналів, силові елементи, елементи гальванічної розв'язки і живлення. За принципом дії електронний блок являє

собою ПД – регулятор, що реалізований за допомогою мікропроцесора, а тому на фрагменті функціональної схеми автоматизації технологічних процесів (ФСА ТП) ФМІТП(2) і ФМСО(3) (див. підрозділ 1.2), виконаної адресним методом [1] (рис. 1.2), цей блок умовно зображений як «МПК» із функціями: контролю, сигналізації і керування відповідними параметрами;

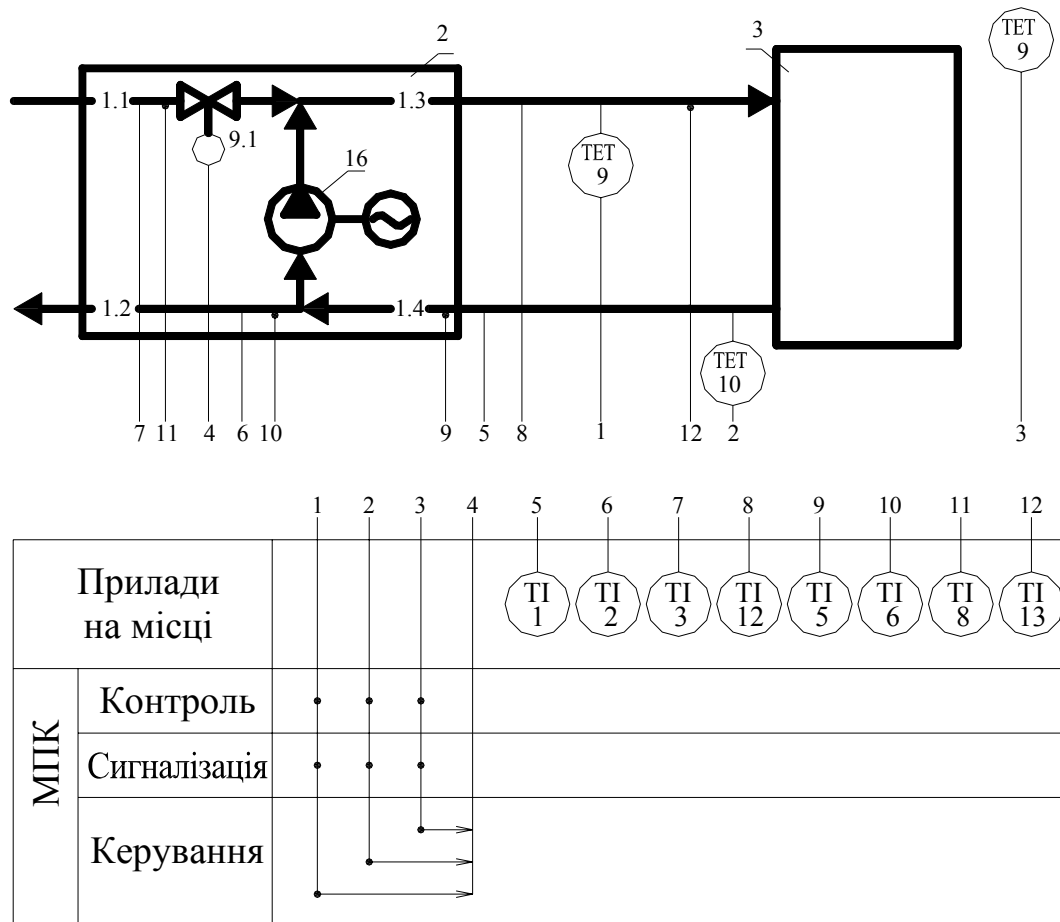


Рис. 1.2 - Фрагмент ФСА ТП ФМІТП (2) і ФМСО (3).

Матеріальні потоки: 1.1 – гарячий теплоносій після ФМДТЕ (на схемі не показаний); 1.2 – теплоносій після ФМІТП; 1.3 – гарячий змішаний теплоносій до ФМСО; 1.4 – теплоносій після ФМСО

б) первинно-передавальні перетворювачі (ПП/ПрП) сигналів для контролю температури на базі мікросхем – термоперетворювачів фірми «Analog Device» з вихідними сигналами постійного струму. Кількість ПП/ПрП залежить від кількості каналів керування, яких в МПК типу РТГ-32 два, а в лабораторній роботі використовують лише **перший**. Тому на ФСА ТП зображені три ПП/ПрП: поз. 9 – для контролю температури гарячого змішаного теплоносія в ФМСО; поз. 10 – для контролю температури теплоносія після ФМСО; поз. 11 – для контролю температури зовнішнього повітря, при цьому треба зауважити, що в теплий період використовують імітатор цієї температури;



в) однообертовий електропривод із дисковим повертовим затвором використовують як виконавчий механізм (ВМ) (поз. 9.1). Максимальний кут повороту вала цього затвора – 90°. Електропривод можна роз'єднати з редуктором дискового повертового затвора за допомогою муфти. При цьому вал електропривода обертається маховиком ручного керування. Муфта може слугувати також для відключення МПК типу РТГ-32 без впливу на електричні комутаційні елементи.

На фрагменті ФСА ТП (рис. 1.2) зображені також відповідно показуючі контрольно-вимірювальні прилади (див. підрозділ 1.2) для контролю температури і тиску.

Технічні параметри цього МПК наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики МПК типу РТГ-32

Назва параметрів	Одиниця виміру	Типорозміри
Максимальний діапазон температури теплоносія	°C	+5 - +155
Діапазон температури зовнішнього повітря	°C	-50 - +30
Точність вимірювання температури	°C	2
Відносна похибка керування температурою	°C	±1
Напруга живлення	В	220
Частота	Гц	50
Габарити: - електропривода	мм	270x180x190
- електронного блока	мм	95x117x100
Маса: - електропривода	кг	4
- електронного блока	кг	1

#### 1.4. Короткий опис роботи МПК типу РТГ-32

Короткий опис роботи МПК типу РТГ-32 перш за все треба розпочати із опису передньої панелі електронного блоку, яка зображена на рис. 1.3.

Слід ще раз зауважити, що другий контур МПК в лабораторній роботі не використовують. Тому більш детально розглянемо роботу обладнання для першого контуру.

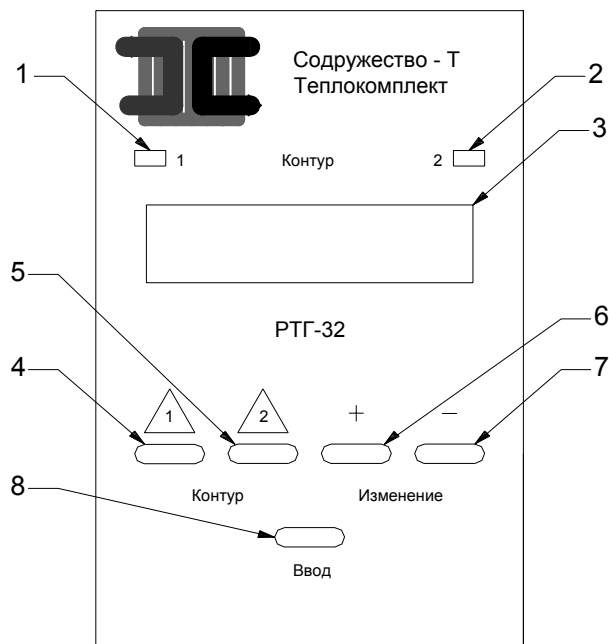


Рис. 1.3 – Передня панель електронного блока:

1 – світлодіодний індикатор поточного стану першого контуру МПК; 2 – світлодіодний індикатор поточного стану другого контуру МПК; 3 – символьний рідкокристалічний дисплей (екран); 4 – кнопка вибору параметрів першого контуру для їх перегляду або зміни; 5 – кнопка вибору параметрів другого контуру для їх перегляду або зміни; 6 – кнопка **збільшення** значення вибраних параметрів у режимі зміни налаштування МПК; 7 – кнопка **зменшення** значення вибраних параметрів у режимі зміни налаштування МПК; 8 – кнопка **вводу** значень вибраних параметрів

#### 1.4.1. Світлодіодний індикатор поточного стану першого контуру МПК

Цей індикатор відображає (висвітлює) процес автоматичного керування температурою гарячого змішаного теплоносія в ФМСО. Неоднаковий стан температурних процесів, що відбуваються в першому контурі теплоспоживання ФМСО, виводять на світлодіодний індикатор різними кольорами:

**зелений** колір індикатора – свідчить про те, що температура гарячого змішаного теплоносія нижче заданого значення;

**жовтий** колір індикатора – свідчить про те, що температура гарячого змішаного теплоносія знаходиться в межах заданого значення;

**червоний** колір індикатора – свідчить про те, що температура гарячого змішаного теплоносія вище заданого значення;

**червоний мигаючий** колір індикатора сигналізує про аварійну ситуацію в першому контурі та вимагає негайного втручання (відповідального за проведення лабораторної роботи) для відновлення нормального функціонування ФМСО (див. підрозділ 1.4.5 «Помилки обладнання»).

#### 1.4.2. Символьний рідкокристалічний дисплей (екран) і режими виводу інформації на нього

Цей дисплей (екран) являє собою рідкокристалічну панель на 10 знакомісць, яка відображає (висвітлює) інформацію щодо параметрів системи автоматичного керування температурою гарячого змішаного теплоносія в ФМСО та режиму виводу інформації на дисплей (екран) МПК.

Відрізняють три типи режиму виведення інформації на дисплей (екран) МПК:

1) **основний режим (для першого контуру)** – ліва частина дисплею (екрана) відображає поточне значення температури гарячого змішаного теплоносія і стан електропривода, який відображається вертикальними штрихами в знакомісці, які слідує після значення температури гарячого змішаного теплоносія. При цьому **верхній** вертикальний штрих висвітлюється при роботі електропривода на відкриття дискового повертового затвора, **нижній** – на закриття. Якщо на електропривод не подається керуючий вплив, вертикальні штрихи (верхній або нижній) не висвітлюються;

2) **режим перегляду / редагування параметрів** – у лівій частині дисплея (екрана) відображається номер каналу «1», символ «F» і код параметра, наприклад, «2», а в правій – значення цього параметра. Якщо параметр, який переглядають, є температура і в ланцюзі термоперетворювача з'явилась несправність, замість значення температури відображають інформацію про похибку символом «E» і скороченого значення несправності: «O» – **обрив** ланцюга перетворювача або «3» – **замикання** коротке в цьому ланцюзі.

3) **режим перегляду стану перетворювачів** – якщо у лівій частині дисплея (екрана) відображається символ «1E», тоді в правій – **три** значення стану ланцюгів відповідних термоперетворювачів:

- для контролю температури гарячого змішаного теплоносія в подавальному трубопроводі поперед ФМСО;
- для контролю температури зовнішнього повітря;
- для контролю температури теплоносія в зворотному трубопроводі після ФМСО.

При цьому: центральний штрих «-» відображає нормальний режим роботи відповідного перетворювача; «O» – **обрив** ланцюга перетворювача; «3» – **замикання** коротке в цьому ланцюзі.

### 1.4.3. Кнопки керування режимом роботи МПК

Для оперативного керування режимом роботи МПК визначені на його передній панелі п'ять кнопок.

Кнопки «1» і «2», які позначені на передній панелі **синіми** трикутниками, використовують для вибору параметра, його перегляду або зміни. При цьому цифрове позначення всередині синього трикутника відповідає номеру контуру, а оскільки в лабораторній роботі використовують тільки **перший** канал, то параметри тільки цього контуру будуть відображатись на рідкокристалічному дисплеї (екрані). При натисканні **на кнопку «1»** МПК переходить із **основного режиму в режим перегляду значень параметрів** цього контуру.

Кнопки, які позначені на передній панелі символами «+» і «-», використовують для збільшення або зменшення значення вибраного параметра відповідно. При натисканні на одну з цих кнопок відбувається перехід в **режим редагування** вибраного параметра. При цьому значення цього параметра розпочинає мигтати. Наступне натискування на кнопку «+» приведе до збільшення значення параметра, а на кнопку «-» – до його зменшення, тобто відбувається **режим зміни значення** параметра. Якщо в цьому режимі кнопки «+» або «-» натискувати більше **одної секунди (1 с)** відбувається **автоповторення** натискання цих кнопок. При цьому значення параметра буде збільшуватись або зменшуватись автоматично.

Кнопку з написом «**Ввод**» вживають для запису вибраного (установленого) значення параметра в енергозахищену пам'ять МПК. Одноразове натискання кнопки «**Ввод**» приведе до запису значення параметра в указану пам'ять МПК та переходу **із режиму редагування в режим перегляду параметра**. Натискання кнопки «**Ввод**» у цьому режимі приводить до повернення МПК до **режиму основної роботи**.

### 1.4.4. Перегляд і змінювання параметрів керування МПК

Для **вибору** параметра, значення якого треба змінити, МПК необхідно перевести в **режим перегляду/редагування**, тобто натиснути кнопку «1» – першого каналу, при цьому на символічному рідкокристалічному дисплеї (екрані) повинне з'явитися зображення, наприклад:

1F2      5 – температура зовнішнього повітря 5 °C.

Повторні натискання кнопки **вибору** параметра приводять до послідовної зміни параметрів, які висвітлюються.

Для змінювання значення параметра використовують кнопки «+» або «-». Перше натискання на одну із цих кнопок переведе МПК до **режиму зміни значення параметра**, при цьому значення параметра мигтить. Для фіксації вибраного значення параметра треба натиснути кнопку «**Ввод**», при цьому

значення параметра перестає мигтати.

В пам'яті МПК зберігаються коди 20 параметрів, але в табл. 1.2 наведені коди тільки тих параметрів, які використовують для першого каналу МПК при виконанні лабораторних робіт № 1 і № 3.

Таблиця 1.2 – Коди параметрів для першого каналу МПК

Код параметра	Назва параметра
1F0	функція режиму роботи першого каналу
1F1	значення температури гарячої води для ручного завдання його в ФМСГВ
1F2	значення температури зовнішнього повітря
1F3	розрахункове значення поточної температури теплоносія для завдання його ФМСО з урахуванням температурного графіка
1F4	значення температури теплоносія у зворотному трубопроводі після ФМСО
1F12	мінімальне значення температури зовнішнього повітря для завдання максимального значення температури теплоносія для температурного графіка керування
1F13	максимальне значення температури теплоносія для температурного графіка керування
1F14	максимально допустиме значення температури теплоносія при температурі зовнішнього повітря +20 °С
1F15	максимально допустиме значення температури теплоносія при температурі зовнішнього повітря –20 °С

Для коду параметра «1F0» можливі наступні режими роботи першого каналу МПК:

00 – режим дистанційного керування однообертним електроприводом із дисковим поворотним затвором. Для входу до режиму керування необхідно повторно натиснути кнопку «1», при цьому на передній панелі дисплею (екрані) з'явиться цифра «1». При натисканні: кнопки «+» відбувається відкриття дискового поворотного затвора; кнопки «–» – до його закриття; кнопки «Ввод» – до зупинки його. При цьому на дисплеї (екрані) відкриття цього затвора відображається смугою, що збільшується зліва направо ( \_ \_ ...); закриття – смугою, що збільшується справа наліво ( ... \_ \_ ), а зупинка – нерухомою смугою.

01 – режим роботи для ФМСГВ.

05 – режим роботи для ФМСО з контролем значення температури у зворотному трубопроводі після ФМСО.

Для коду параметра «1F1» – значення температури гарячої води для ручного завдання його у ФМСГВ.

Для коду параметра «1F2» – значення поточної температури зовнішнього повітря, в тому числі від імітатора цього значення в теплий період. Це значення

призначене тільки для його перегляду.

Для коду параметра «1F3» – значення параметра відображає поточне розраховане значення температури гарячого змішаного теплоносія для завдання його з урахуванням температурного графіка.

Для коду параметра «1F4» – значення температури теплоносія після ФМСО, використовують МПК для корекції «1F3».

Коди параметрів «1F12» і «1F13» необхідні для завдання нахилу температурного графіка керування температурою гарячого змішаного теплоносія ( $T_{з.м.}$ ) у ФМСО з корекцією за температурою зовнішнього повітря ( $T_{з.н.}$ ) як збурюючого впливу. Один з варіантів цього графіка зображений на рис. 1.4.

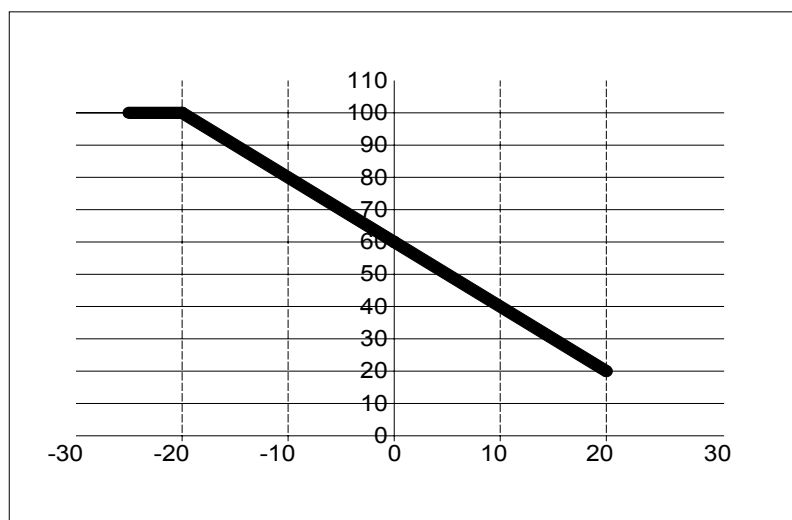


Рис. 1.4 – Температурний графік керування температурою гарячого змішаного теплоносія ( $T_{з.м.}$ ) у ФМСО з корекцією за температурою зовнішнього повітря ( $T_{з.н.}$ ) як збурюючого впливу

Цьому температурному графіку відповідають рівняння:

$$T_{з.м.} = 20 + \frac{100 - 20}{40}(20 - T_{з.н.}), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.1)$$

або

$$T_{з.м.} = 100 - \frac{100 - 20}{40}(20 + T_{з.н.}), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.2)$$

Коди параметрів «1F14» і «1F15» відповідають кодам параметрів «1F12» і «1F13» відповідно.

#### 1.4.5. Помилки обладнання

В процесі роботи МПК може виникнути аварійна ситуація, яка призведе до некоректної роботи каналів. При виявленні МПК такої ситуації він сигналізує про це мигтінням червоним кольором світлодіодного індикатора першого каналу. Якщо виникло порушення в ланцюгу термоперетворювача для

контролю температури гарячого змішаного теплоносія у ФМСО на дисплеї (екрані) замість значення цієї температури з'являється мигаюче повідомлення виду «ЕО» – при **обриві** ланцюга цього перетворювача, або «ЕЗ» – при короткому **замиканні** у цьому ланцюзі. Для перегляду стану ланцюгів других термоперетворювачів першого каналу треба натиснути кнопку «+». На дисплеї (екрані) з'явиться список других термоперетворювачів. Ліворуч – символи «1Е», а праворуч – три значення стану ланцюгів у послідовності зліва направо:

- 1) термоперетворювач для контролю температури гарячого змішаного теплоносія у ФМСО;
- 2) термоперетворювач для контролю температури зовнішнього повітря;
- 3) термоперетворювач для контролю температури теплоносія після ФМСО.

Горизонтальний центральний штрих «—» позначає нормальну роботу цих перетворювачів першого каналу.

#### **1.4.6. Ручне керування однообертовим електроприводом із дисковим повертовим затвором**

Переведення однообертового електропривода вказаного затвора в ручний режим керування здійснюють натисканням маховика до упору. В цьому режимі керуючі сигнали від електронного блоку МПК не впливають на цей привід. **Відкриття** затвору здійснюють обертанням маховика проти годинникової стрілки, **закриття** – за годинниковою стрілкою. Положення затвору відображають положенням стрілки на індикаторі приводу. Для переводу електропривода в режим автоматичного керування необхідно потягнути маховик на себе до клацання (щиглика).

#### **1.5. Оволодіння навичками дослідження роботи МПК типу РТГ-32 при виконанні лабораторної роботи**

Перед проведенням лабораторної роботи треба пересвідчитись у тому, що **вентилі пластмасові ФМСЦТ (тобто всі) – закриті** (див. рис. 1.1). Потім **відкрити** вентилі пластмасові: ФМДТЕ – 10, 11, 12, 13, 14, 15; ФМІТП – 18, 19; ФМСО – 30, 31, 32, 36, а також **пересвідчитись**, що **дисковий повертовий затвор ФМІТП також відкритий** (див. підрозділ 1.4.6). Після цього від щита електричного (1) за допомогою відповідних вимикачів треба **подати напругу** на: електричний нагрівач типу «ЕКО 2-4/6» (2); циркуляційний (підкачуючий) електронасос типу Wilo RS 25/6 (3); змішувальний електронасос типу Wilo RS 25/6 (16) і МПК типу РТГ-32 в комплекті. **Пересвідчитись, що все обладнання працює в нормальному режимі**, а відповідні показуючі вторинні прилади для контролю: температури (поз. 1, 2, 3, 12, 17, 18) і тиску (поз. 4, 5, 6, 7, 8, 13) мають відповідні значення. Через деякий час (15-20 хв.) відповідно до підрозділу 1.4 (короткий опис роботи МПК типу РТГ-32) **пересвідчитись у нормальній роботі МПК** із кодами параметрів: «1F2» – значення поточної температури зовнішнього повітря, в тому числі - від імітатора цього значення; «1F3» – розраховане значення температури гарячого змішаного теплоносія для

завдання його з урахуванням температурного графіка; «1F4» – значення температури теплоносія після ФМСО для корекції «1F3». **При цьому отримані МПК значення температури:** гарячого змішаного теплоносія ( $T_{з.м.}$ ) в ФМСО; зовнішнього повітря ( $T_{з.п.}$ ); теплоносія ( $T_{м.}$ ) після ФМСО, а також значення температури вторинних показуючих приладів  $TI_{17}$  і  $TI_{18}$  (де 17 і 18 – позиції цих приладів на рис. 1.1) **занести** до табл. 1.3 за **номером 1**. Після цього **послідовно відкривати:** спочатку **вентиль пластмасовий ФМСО – 34** і через 10-15 хв. до табл. 1.3 за **номером 2** **занести** нові значення вищезначених параметрів, а також – приладів  $TI_{19}$  і  $TI_{20}$ ; **після цього – вентиля пластмасові ФМСО – 37, 38, 42** і через 10-15 хв. до табл. 1.3 за **номером 3** **занести** нові значення всіх вищезначених параметрів, а також – приладів  $TI_{21}$  і  $TI_{22}$ ; **потім – вентиль пластмасовий ФМСО – 40** і через 10-15 хв. до табл. 1.3 за **номером 4** **занести** нові значення всіх вищезначених параметрів, а також – приладів  $TI_{23}$  і  $TI_{24}$ ; **після цього – вентиля пластмасові ФМСО – 44, 45, 49** і через 10-15 хв. до табл. 1.3 за **номером 5** **занести** нові значення всіх вищезначених параметрів, а також – приладів  $TI_{25}$  і  $TI_{26}$ ; **потім – вентиль пластмасовий ФМСО – 47** і через 10-15 хв. до табл. 1.3 за **номером 6** **занести** нові значення всіх вищезначених параметрів, а також – приладів  $TI_{27}$  і  $TI_{28}$ .

Таблиця 1.3 – Експериментальні дані лабораторної роботи

№ п/п	$T_{з.м.},$ °C	$T_{з.п.},$ °C	$T_{м.},$ °C	$TI_{17},$ °C	$TI_{18},$ °C	$TI_{19},$ °C	$TI_{20},$ °C	$TI_{21},$ °C	$TI_{22},$ °C	$TI_{23},$ °C	$TI_{24},$ °C	$TI_{25},$ °C	$TI_{26},$ °C	$TI_{27},$ °C	$TI_{28},$ °C
1						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2								—	—	—	—	—	—	—	—
3										—	—	—	—	—	—
4												—	—	—	—
5														—	—
6															

Слід зауважити, що послідовність підключення відповідних приладів опалення ФМСО може бути іншою, але при цьому треба уважно виконувати відкриття відповідних вентилів пластмасових.

За шістьма експериментальними даними (табл. 1.3) для температури зовнішнього повітря –  $T_{з.п.}$  розрахувати за формулами (1.1) і (1.2) (див. підрозділ 1.4.4) теоретичні значення температури гарячого змішаного теплоносія відповідно  $T'_{з.м.}$  і  $T''_{з.м.}$ ; пересвідчитись, що результати обчислення однакові, тобто  $T'_{з.м.} = T''_{з.м.}$ .

Після цього розрахувати відсотки відхилення ( $\sigma$ ) теоретичного значення, наприклад,  $T'_{з.м.}$  (для шести результатів обчислення) від відповідних експериментальних значень  $T_{з.м.}$  (табл. 1.3) за формулою:

$$\sigma = \frac{T'_{з.м.} - T_{з.м.}}{T'_{з.м.}} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

Ці відсотки можуть бути додатними або від'ємними залежно від того, як



МПК типу РТГ-32 виконує алгоритм розрахунку значення  $T_{з.т.}$  при реалізації САК температурою гарячого змішаного теплоносія в ФМСО з корекцією за температурою зовнішнього повітря ( $T_{з.н.}$ ), як збурюючого впливу, і за температурою теплоносія ( $T_{т.}$ ) після ФМСО, як корегуючого впливу, зокрема, якщо  $T'_{з.т.} - T_{з.т.} > 0$ , то це – недогрів ФМСО, а якщо  $T'_{з.т.} - T_{з.т.} < 0$ , це – перегрів ФМСО.

Треба пам'ятати, що реалізація МПК типу РТГ-32 розглянутого алгоритму значно залежить від роботи ФМДТЕ для нагріву теплоносія потрібного значення температури.

Після закінчення виконання лабораторної роботи **необхідно відключити** подачу від щита електричної (1) напруги на: електричний нагрівач (2), циркуляційний (підкачуючий) електронасос (3), змішувальний електронасос (16) і МПК типу РТГ-32 в комплекті; **закрити вентилі пластмасові**: ФМДТЕ – 10, 11, 12, 13, 14, 15; ФМІТП – 18, 19; ФМСО – 30, 31, 32, 36; 34, 37, 38, 42; 40, 44, 45, 49; 47.

## **1.6. Оформлення та захист лабораторної роботи**

1. Указати мету лабораторної роботи; призначення, склад і короткий опис роботи МПК типу РТГ-32, зобразити фрагмент ФСАТП.

2. Заповнити таблицю 1.3; виконати необхідні розрахунки і написати висновок щодо недогріву або перегріву ФМСО при реалізації МПК РТГ-32 САК температурою гарячого змішаного теплоносія з корекцією за температурою зовнішнього повітря як збурюючого впливу і за температурою теплоносія після ФМСО як корегуючого впливу.

3. Звіт про виконання лабораторної роботи оформити на аркушах (не менше чотирьох) формату А4.

4. Захист лабораторної роботи – відповіді на запитання за її змістом.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2.

**Дослідження роботи лічильника теплової енергії типу SUPERCAL 539 при роботі його з фізичною моделлю системи опалення (ФМСО) для автоматичних: обліку спожитої теплової енергії; контролю температури теплоносія на вході та виході ФМСО; а також – витрати теплоносія, що проходить через ФМСО [1-4, 6]**

(6 год. для денної та 2 год. для заочної форм навчання)

### 2.1. Мета лабораторної роботи

Ознайомлення з призначенням, складом, технічною характеристикою і коротким описом роботи SUPERCAL 539; оволодіння навичками дослідження його роботи для автоматичних: обліку спожитої теплової енергії ФМСО; контролю температури теплоносія на вході та виході ФМСО; а також – витрати теплоносія, що проходить через ФМСО.

### 2.2. Призначення, склад і технічна характеристика SUPERCAL 539

Короткий опис ФМСЦТ, до складу якої входить ФМСО, наведений в підрозділі 1.2 лабораторної роботи № 1.

Лічильник теплової енергії SUPERCAL 539 випускає підприємство «AQUATHERM» (Польща), який внесений до Державного реєстру вимірювальної техніки України за № У330-05 (2005 р.), призначений для обчислення кількості спожитої теплової енергії житловими і громадськими будинками, а також ФМСО.

До складу лічильника теплової енергії входять (див. фрагмент функціональної схеми автоматизації технологічних процесів (ФСА ТП) ФМСО (3) і ФМІТП (2) за адресою методу її розробки – рис. 2.1):

а) два первинно-передавальні перетворювачі (ПП/ПрП) сигналів – термоперетворювачі опору типу Pt-1000 (поз. 14, 15) для контролю температури теплоносія на вході ( $T_1$ ) і виході ( $T_2$ ) ФМСО;

б) один ПП/ПрП – механічний перетворювач витрати теплоносія (фірми Po Wo Gaz) в імпульс, який є функцією об'єму теплоносія ( $G$ ), що проходить через нього (поз. 16); цей перетворювач виконаний з'єднаним з наступним приладом;

в) вторинний інтегруючий реєструючий прилад (ВП) – теплообчислювач (поз. 14.2) SUPERCAL 539R на базі мікропроцесорного контролера типу LB.

Теплообчислювач SUPERCAL 539R за отриманими поточними (миттєвими) значеннями  $T_1$ ,  $T_2$  і  $G$  розраховує кількість спожитої теплової енергії ( $Q$ ) ФМСО за алгоритмом:

$$Q = \frac{G \cdot (T_1 - T_2) \cdot k_\phi \cdot k_T}{1000}, \text{ ГДж} \quad (2.1)$$

де  $G$ , м<sup>3</sup>;  $T_1 - T_2 = \Delta T$ , °C;  $k_\phi$  – теплоємність теплоносія, ГДж/(м<sup>3</sup>·°C);  $k_T = 4,186$ , і висвітлює (відображає) це значення на дисплеї, а також – інших параметрів «за

запитом» (кнопка (головна) теплообчислювача), які характеризують роботу ФМСО.

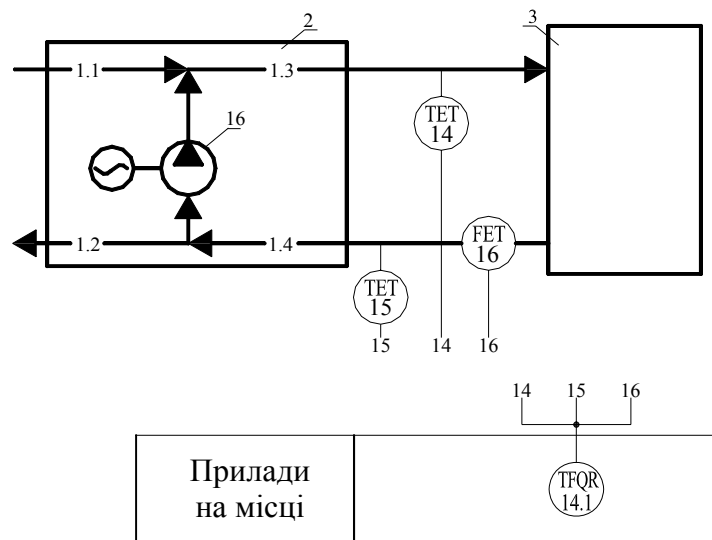


Рис. 2.1 – Фрагмент ФСА ТП ФМІТП (2) і ФМСО (3).

Матеріальні потоки: 1.1 – гарячий теплоносіє після фізичної моделі джерела теплової енергії (ФМДТЕ) – на бсхемі не показаний; 1.2 – теплоносіє після ФМІТП; 1.3 – змішаний гарячий теплоносіє до ФМСО; 1.4 – теплоносіє після ФМСО.

Габаритні розміри теплообчислювача SUPERCAL 539R зображені на рис. 2.2.

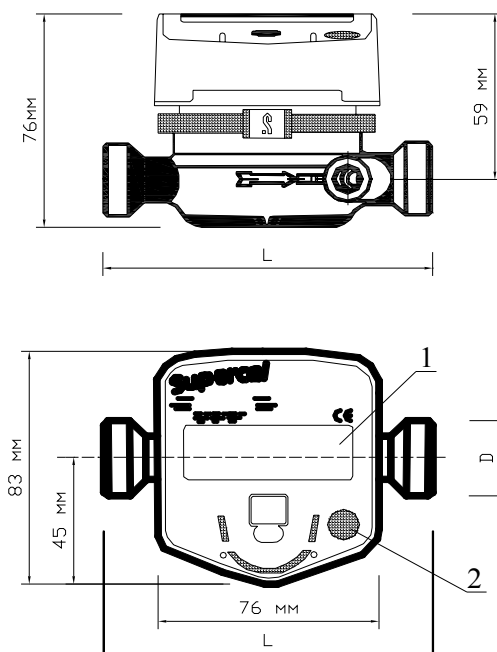


Рис. 2.2 - Теплообчислювач SUPERCAL 539R:

1 – дисплей теплообчислювача SUPERCAL 539R; 2 – кнопка (головна) теплообчислювача SUPERCAL 539R; L=110 мм (максимальна ширина); D=3/4" (діаметр різьбового з'єднання в дюймах)

Більш докладно щодо роботи теплообчислювача SUPERCAL 539R викладено нижче (підрозділ 2.3).

Технічна характеристика лічильника теплової енергії SUPERCAL 539 наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. – Технічна характеристика SUPERCAL 539

№ п/п	Назва параметра	Одиниця виміру	Типорозміри
1	2	3	4
1	Температура теплоносія в ФМСО	°C	0 – 110
2	Різниця температур теплоносія на вході в ФМСО ( $T_1$ ) і виході після ФМСО ( $T_2$ )	°C	3 – 90
3	Температура навколишнього повітря ( $T$ )	°C	5 – 55
4	Відносна вологість навколишнього повітря при 25 °C	%	до 80
5	Максимальні витрати теплоносія ( $F_{max}$ )	м <sup>3</sup> /год	3
6	Номінальні витрати теплоносія ( $F_{nom}$ )	м <sup>3</sup> /год	1,5
7	Мінімальні витрати теплоносія ( $F_{min}$ )	м <sup>3</sup> /год	0,015
8	Номінальний діаметр умовного проходу ( $D_v$ )	мм	15
9	Поріг чутливості ( $F_{чут}$ )	м <sup>3</sup> /год	0,004
10	Максимальний тиск теплоносія ( $P_{max}$ )	МПа	1,6
11	Відносна похибка лічильника при розрахунку спожитої теплової енергії	%	менше ±10
12	Живлення лічильника Термін роботи батарейки	батарейка, В років	3,6 5
13	Маса теплолічильника	кг	0,4

### 2.3. Короткий опис роботи теплообчислювача SUPERCAL 539R

Схема дисплею теплообчислювача зображена на рис. 2.3.

Теплообчислювач SUPERCAL 539R має три групи параметрів, які висвітлюються на його дисплеї:

а) **основна група** – значення спожитої теплової енергії ( $Q$ ), ГДж, розраховані за формулою (2.1), і значення поточного (миттєвого) об'єму теплоносія ( $G$ ), м<sup>3</sup>;

б) група місячних значень – перегляд значень  $Q$  за 1-15 місяців;

в) **сервісна група** – час роботи лічильника; значення температури (°C) – теплоносія на вході в ФМСО; значення температури (°C) – теплоносія на виході після ФМСО; значення миттєвої витрати (м<sup>3</sup>/год) – теплоносія; значення миттєвої потужності (кВт/год або МВт/год).

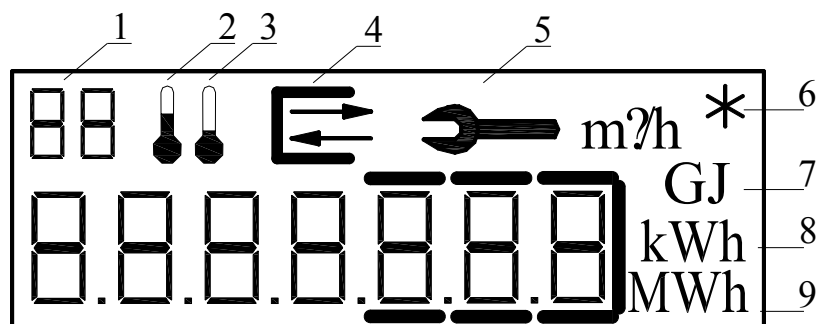


Рис. 2.3 – Схема дисплею теплообчислювача SUPERCAL 539R:

1 – символ місяця; 2 – температура теплоносія на вході в ФМСО; 3 – температура теплоносія на виході після ФМСО; 4 – символ сервісної групи; 5 – символ передачі даних; 6 – символ витрати,  $\text{м}^3/\text{год.}$ ; 7 – ГДж; 8 – кВт/год; 9 – МВт/год.

Перегляд параметрів виконують за допомогою кнопки (головної) теплообчислювача. Якщо натискати її недовго (до 5 сек.) – виконується перегляд параметрів в будь-якій групі, а якщо натискати більше 5 сек. – відбувається перехід до параметрів наступної групи.

Щохвилини зверху дисплея відображається символ сервісної групи – 4, який означає, що відбувається чергове оновлення даних на дисплеї теплообчислювача. Праворуч зверху дисплею розташована зірочка – 6, мигтіння якої означає рух теплоносія ( $\text{м}^3/\text{год.}$ ).

Якщо при роботі лічильника теплової енергії SUPERCAL 539 з'являються експлуатаційні перешкоди, на дисплеї теплообчислювача SUPERCAL 539R висвітлюється символ «Err» із відповідним для цієї помилки кодом:

- Err 1 – пошкоджений механічний перетворювач витрати теплоносія;
- Err 2 – пошкоджені термоперетворювачі опору для контролю температур теплоносія на вході ( $T_1$ ) або виході ( $T_2$ ) ФМСО;
- Err 3 – пошкоджена електрична схема теплообчислювача.

У випадку, якщо декілька помилок з'явиться одночасно, то їх коди будуть перелічені на дисплеї, а самі коди відокремлені крапкою (наприклад, Err 1.2 – одночасно з'явилися помилки 1 і 2).

## 2.4. Оволодіння навичками дослідження роботи SUPERCAL 539 при виконанні лабораторної роботи

Перед проведенням лабораторної роботи треба пересвідчитись у тому, що **вентилі пластмасові ФМСЦТ** (тобто всі) **закриті** (див. **рис. 1.1 лабораторної роботи № 1**). Потім **відкрити** вентилі пластмасові: ФМДТЕ – 10, 11, 12, 13, 14, 15; ФМСО – 30, 31, 32, 36, а також пересвідчитись, що **дисковий повертовий затвір ФМІТП** також **відкритий** (див. підрозділ 1.1.6 лабораторної роботи № 1). Після цього від щита електричного (1) за допомогою відповідних вимикачів

треба подати напругу на : електричний нагрівач типу «Еко 2-4/6» (2) і циркуляційний (підкачуючий) електронасос Wila RS 25/6 (3). Пересвідчитись, що все обладнання працює у нормальному режимі, а показуючі вторинні прилади для контролю: температури (поз. 1, 2, 3, 12, 17, 18) і тиску (поз. 4, 5, 6, 7, 8, 13) – мають відповідні значення. Через деякий час (15-20 хв.) відповідно до підрозділу 2.3 (короткий опис роботи теплообчислювача SUPERCAL 539R) **пересвідчитись у нормальній роботі лічильника теплової енергії SUPERCAL 539**. При цьому отримані теплообчислювачем значення параметрів (див. підрозділ 2.3) **основної групи** - спожитої теплової енергії ( $Q$ ), ГДж, і поточного (миттєвого) об'єму теплоносія ( $G$ ), м<sup>3</sup>, а також значення параметрів **сервісної групи** – час роботи лічильника ( $K$ ), год./хв.; температури ( $T_1$ ) теплоносія на вході в ФМСО, °С, і температури ( $T_2$ ) теплоносія на виході після ФМСО, °С; миттєвої витрати ( $F$ ) теплоносія, м<sup>3</sup>/год.; миттєвої потужності ( $W$ ), кВт/год. або МВт/год., занести до табл. 2.2 за номером 1. Після цього послідовно відкривати: спочатку вентиль пластмасовий ФМСО – 34 і через 10-15 хв. до табл. 2.2 за номером 2 занести нові значення параметрів основної і сервісної груп; після цього – вентиля пластмасові ФМСО – 37, 38, 42 і через 10-15 хв. до табл. 2.2 за номером 3 занести нові значення тих самих параметрів; потім – вентиль пластмасовий ФМСО – 40 і через 10-15 хв. до табл. 2.2 за номером 4 занести нові значення тих самих параметрів; після цього – вентиля пластмасові ФМСО – 44, 45, 49 і через 10-15 хв. до табл. 2.2 за номером 5 занести нові значення тих самих параметрів; потім вентиль пластмасовий ФМСО – 47 і через 10-15 хв. до табл. 2.2 за номером 6 занести нові значення тих самих параметрів.

Слід зауважити, що послідовність підключення відповідних приладів опалення ФМСО може бути іншою, але при цьому треба уважно виконувати відкриття відповідних вентилів пластмасових.

За шістьма експериментальними даними (табл. 2.2) для параметрів  $G$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  за формулою (2.1) (див. підрозділ 2.2) розрахувати теоретичні значення  $Q'$  – спожитої теплової енергії ФМСО.

Після цього розрахувати відсотки відхилення ( $\sigma$ ) теоретичного значення  $Q'$  (для шістьох результатів обчислення) від відповідних експериментальних значень  $Q$  (табл. 2.2) за формулою

$$\sigma_2 = \frac{Q' - Q}{Q} \cdot 100\% . \quad (2.2)$$

Слід пам'ятати, що ці відсотки можуть бути **додатними** або **від'ємними** залежно від того, як SUPERCAL 539 реалізує алгоритми розрахунку спожитої теплової енергії ФМСО; контролю температури теплоносія на вході та виході ФМСО; витрати теплоносія, що проходить через ФМСО; розрахунку поточних (миттєвих) значень об'єму теплоносія, який проходить через ФМСО, і його

Таблиця 2.2 – Експериментальні дані лабораторної роботи

№ п/п	$K$ , год/хв	$Q$ , ГДж	$G$ , м <sup>3</sup>	$T_1$ , °С	$T_2$ , °С	$F$ , м <sup>3</sup> /год.	$W$ , кВт/год МВт/год
1							
2							
3							
4							
5							
6							

потужності.

Після закінчення виконання лабораторної роботи **необхідно відключити** подачу від щита електричної напруги (1) на: електричний нагрівач (2), циркуляційний (підкачуючий) електронасос (3); **закрити вентилі пластмасові**: ФМДТЕ – 10, 11, 12, 13, 14, 15; ФМСО – 30, 31, 32, 36; 34, 37, 38, 42; 40, 44, 45, 49; 47.

### 2.5. Оформлення та захист лабораторної роботи

1. Указати мету лабораторної роботи; призначення, склад SUPERCAL 539 і короткий опис теплообчислювача SUPERCAL 539R, зобразити фрагмент ФСА ТП.

2. Заповнити таблицю 2.2; виконати необхідні розрахунки і написати висновок, як SUPERCAL 539 реалізує алгоритми автоматичних: обліку спожитої теплової енергії ФМСО; контролю температури теплоносія на вході та виході ФМСО, витрати теплоносія, що проходить через ФМСО; розрахунок поточних (миттєвих) об'єму теплоносія і потужності.

3. Звіт про виконання лабораторної роботи оформити на аркушах (не менше трьох) формату А4.

4. Захист лабораторної роботи – відповіді на запитання за її змістом.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.

**Дослідження роботи мікропроцесорного контролера (МПК) типу РТГ-32 для реалізації системи автоматичного керування температурою гарячої води в фізичну модель системи гарячого водопостачання (ФМСГВ) [1-5]**  
(3 год. для денної форми навчання)

### 3.1. Мета лабораторної роботи

Повторення, призначення, склад, технічна характеристика мікропроцесорного контролера (МПК) типу РТГ-32 і короткий опис його роботи; оволодіння навичками дослідження роботи МПК типу РТГ-32 для реалізації системи автоматичного керування (САК) температурою гарячої води у фізичну модель системи гарячого водопостачання (ФМСГВ).

### 3.2. Оволодіння навичками дослідження роботи МПК типу РТГ-32 при виконанні лабораторної роботи

Короткий опис ФМСЦТ, до складу якої входить ФМСГВ, наведений у підрозділі 1.2 лабораторної роботи № 1; призначення, склад, технічна характеристика МПК РТГ-32 – в підрозділі 1.3, а короткий опис його роботи – в підрозділі 1.4 тієї ж лабораторної роботи № 1. Тому перед проведенням дослідження роботи МПК типу РТГ-32 для реалізації САК температурою гарячої води у ФМСГВ (див. фрагмент функціональної схеми автоматизації технологічних процесів (ФСА ТП) ФМСГВ (4) і ФМІТП (2) при адресному методі розробки – рис. 3.1) треба повторити вищезначені підрозділи.

Перед виконанням лабораторної роботи треба пересвідчитись у тому, що **вентилі пластмасові ФМСЦТ** (тобто всі) – **закриті** (див. рис. 1.1 лабораторної роботи № 1). Потім **відкрити вентилі пластмасові**: ФМДТЕ – 10, 11, 12, 13, 14, 15; ФМІТП – 18, 19; ФМСГВ – 55, 56, 58, 59; при цьому **записати показання лічильника холодної води** типу КВ-1,5 (поз. 29) у табл. 3.1 (тобто  $FQI_{29}$ , м<sup>3</sup>), час початку дослідження –  $K$ , год/хв, а також **пересвідчитись**, що **дисковий повертовий затвор ФМІТП** також **відкритий** (див. підрозділ 1.4.6 лабораторної роботи № 1). Після цього від щита електричного (1) за допомогою відповідних вимикачів треба **подати напругу** на: електричний нагрівач типу «ЕКО 2-4/6» (2); циркуляційний (підкачуючий) електронасос типу Wilo RS 25/6 (3); змішувальний електронасос типу Wilo RS 25/6 (16) і МПК типу РТГ-32 в комплекті. **Пересвідчитись**, що все обладнання працює в **нормальному режимі**, а відповідні показуючі вторинні прилади для контролю: температури (поз. 1; 2; 34 12) і тиску (поз. 4; 5; 6; 74 8; 13) мають відповідні значення. **Після цього відкрити вентиль пластмасовий – 61** (для зливу води після пластинчастого теплообмінника типу СВ-14 20Н (54)) і **занести** до табл. 3.1 значення показуючих вторинних приладів для контролю (див. рис. 3.1): температури  $TI_{30}$ ;  $TI_{31}$  і тиску  $PI_{32}$ ;  $PI_{33}$  (де 30; 31; 32; 33 – позиції цих приладів на рис. 1.1 лабораторної роботи № 1). Показники вищезначених параметрів, тобто  $K$ ,  $FQI_{29}$ ,  $TI_{30}$ ,  $TI_{31}$ ,  $PI_{32}$ ,  $PI_{33}$ , занести до табл. 3.1 під номером 1. Крім того, через деякий час (3-5 хв) відповідно до підрозділу 1.4 (короткий опис роботи МПК типу РТГ-32) лабораторної роботи № 1 пересвідчитись в нормальній роботі МПК із кодом параметра «1F1» – режим роботи для ФМСГВ із ручним завданням значення температури гарячої води ( $T_{3.2.в.}$ ) в ФМСГВ, яке також треба занести до табл. 3.1 за номером 1. Після цього через деякий час (10-15 хв.) до табл. 3.1 за номером 2 занести вищезначені параметри, а також фактичне значення температури гарячої води ( $T_{ф.2.в.}$ ), що отримане МПК типу РТГ-32 для реалізації САК температурою гарячої води у ФМСГВ. Тривалість дослідження роботи МПК типу РТГ-32 зв'язана з отриманням ще чотирьох масивів даних вищезначених параметрів, які треба записувати до наступних номерів табл. 3.1 через кожні 10-15 хв.



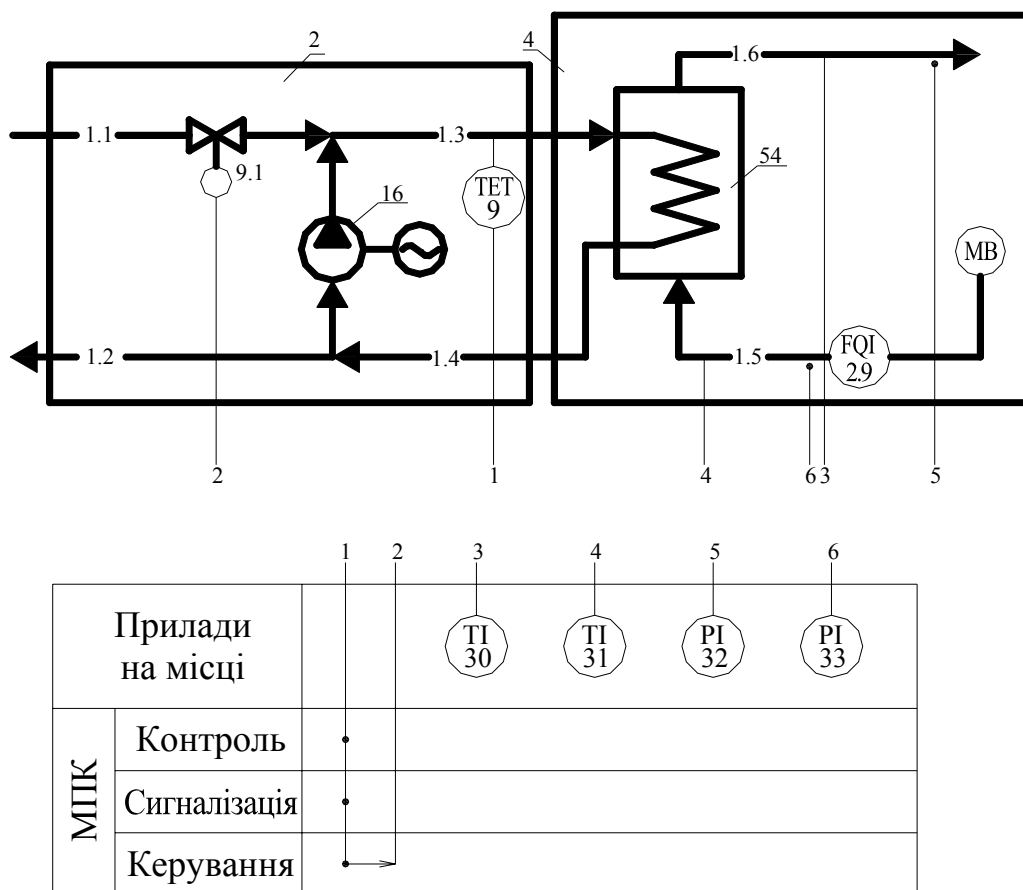


Рис. 3.1 – Фрагмент ФСА ТП ФМІТП (2) і ФМСГВ (4).

Матеріальні потоки: 1.1 – гарячий теплоносій після ФМДТЕ (на схемі не зображено); 1.2 – теплоносій після ФМІТП; 1.3 – гарячий змішаний теплоносій до ФМСГВ; 1.4 – теплоносій після ФМСГВ; 1.5 – холодна вода із міського водопроводу (МВ) в пластинчастий теплообмінник типу СВ-14 20Н (54); 1.6 – гаряча вода із вищезначеного теплообмінника (54)

Таблиця 3.1 – Експериментальні дані лабораторної роботи

№ п/п	$K$ , год./хв.	$FQI_{29}$ , $m^3$	$TI_{30}$ , $^{\circ}C$	$TI_{31}$ , $^{\circ}C$	$PI_{32}$ , МПа	$PI_{33}$ , МПа	$T_{з.г.в.}$ , $^{\circ}C$	$T_{ф.г.в.}$ , $^{\circ}C$
1								—
2								
3								
4								
5								
6								

За експериментальними даними (табл. 3.1) розрахувати:

а) час проведення лабораторної роботи ( $\Delta K$ ) за формулою

$$\Delta K = K_{(6)} - K_{(1)}, \text{ год/хв}, \quad (3.1)$$

де  $K_{(6)}$  – час закінчення і  $K_{(1)}$  – початку дослідження;

б) кількість холодної води ( $\Delta FQI$ ), яка нагрівалась при проведенні лабораторної роботи за формулою

$$\Delta FQI = FQI_{29(6)} - FQI_{29(1)}, \text{ м}^3, \quad (3.2)$$

де  $FQI_{29(6)}$  – кількість холодної води при закінченні і  $FQI_{29(1)}$  – на початку дослідження;

в) середні витрати холодної води ( $F$ ) за час проведення дослідження за формулою

$$F = \frac{\Delta FQI}{\Delta K}, \text{ м}^3/\text{Г}; \quad (3.3)$$

г) відсотки відхилення ( $\sigma$ ) заданого значення температури гарячої води ( $T_{з.з.в.}$ ) від його фактичного значення ( $T_{ф.з.в.}$ ) на кінець проведення дослідження (дані за номером 6) за формулою

$$\sigma = \frac{T_{з.з.в.(6)} - T_{ф.з.в.(6)}}{T_{з.з.в.(6)}} \cdot 100\%. \quad (3.4)$$

Ці відсотки можуть бути **додатними** або **від'ємними** залежно від того, як МПК типу РТГ-32 виконує алгоритм розрахунку значення  $T_{ф.з.в.}$  при реалізації САК температурою гарячої води у ФМСГВ.

Після закінчення виконання лабораторної роботи **необхідно відключити** подачу від щита електричної напруги (1) на: електричний нагрівач (2), циркуляційний (підкачуючий) електронасос (3), змішувальний електронасос (16) і МПК типу РТГ-32 в комплекті; **закрити вентилі пластмасові**: ФМДТЕ – 10, 11, 12, 13, 14, 15; ФМІТП – 18, 19; ФМСГВ – 55, 56, 58, 59.

### 3.3. Оформлення та захист лабораторної роботи

1. Указати мету лабораторної роботи, зобразити фрагмент ФСА ТП.
2. Заповнити таблицю 3.1; виконати необхідні розрахунки й написати висновок щодо роботи МПК типу РТГ-32 при реалізації САК температурою гарячої води у ФМСГВ.
3. Звіт про виконання лабораторної роботи оформити на аркушах (не менше двох) формату А4.
4. Захист лабораторної роботи – відповіді на запитання за її змістом.

## Список літератури

1. Бобух А.О., Малєєв О.І., Гейко О.В.. Автоматизація систем водопостачання та водовідведення: Навчальний посібник – Х.: ХНАМГ, 2007. - 183 с. (Гриф МОН України).
2. Бобух А.О., Малєєв О.І. Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання і розділу дипломного проекту з дисципліни «Автоматизація ВК систем» (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціальності 7.092601 «Водопостачання та водовідведення» і для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціалізації 7.092601 (ОВ) «Очистка природних і стічних вод»). Х.: ХНАМГ, 2007. - 27 с.
3. Бобух А.О., Малєєв О.І. Методичні вказівки до самостійної роботи і практичних занять з дисципліни «Автоматизація ВК систем» (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання професійного напрямку 0926 «Водні ресурси», спеціальності 7.092601 «Водопостачання та водовідведення»). Х.: ХНАМГ, 2009. - 44 с.
4. Регулятор температуры автоматический двухканальный с погодной коррекцией: Паспорт и инструкция по эксплуатации. – Х.: ЗАО «Теплокомплект», 2009. – 26 с.
5. Счетчик тепла SUPERCAL 539/SUPERCAL 539 PLUS: Паспорт. Инструкция обслуживания и эксплуатации. Гарантийный талон – ANTAP GRUPA, AQUATHERM, PL 05-092 LOMIANKI, Ul. Racławicka, 30; Польша, 2006. – 24 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація ВК систем» (для студентів 5-го курсу денної і 6-го курсу заочної форм навчання  
напряму підготовки 0926 «**Водні ресурси**» спеціальності 7.092601  
«Водопостачання та водовідведення»)

Укладачі **БОБУХ** Анатолій Олексійович,  
**МАЛЄЄВ** Олександр Іванович

Відповідальний за випуск: *О. О. Алексахін*  
Редактор: *Д. Ф. Курильченко*  
Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2010, поз. 13М

---

Підп. до друку 23.02.2010  
Друк на ризографі  
Зам. №

Формат 60х84/16  
Ум. друк. арк. 1,6  
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК №4064 від 12.05.2011 р.